

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representation of  
The original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19) BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

(12) **Patentschrift**  
(11) **DE 3050207 C1**

(51) Int. Cl. 3:  
**H02K 15/10**  
H 01 R 43/02

**DE 3050207 C1**

(21) Aktenzeichen: P 30 50 207.9-32  
(22) Anmeldetag: 21. 3. 80  
(43) Offenlegungstag: —  
(45) Veröffentlichungstag der Patenterteilung: 4. 4. 85

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

(30) Unionspriorität: (32) (33) (31)  
23.03.79 JP P34790-79 23.03.79 JP P34791-79  
10.12.79 JP P160674-79

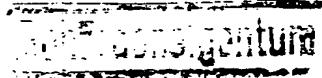
(73) Patentinhaber:  
Nippondenso Co., Ltd., Kariya, Aichi, JP

(74) Vertreter:  
Tiedtke, H., Dipl.-Ing.; Bühling, G., Dipl.-Chem.;  
Kinne, R., Dipl.-Ing.; Grupe, P., Dipl.-Ing.; Pellmann,  
H., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 8000 München

(52) Teil aus: P 30 11 047.5

(72) Erfinder:  
Imai, Takeshi, Oobu, JP; Kako, Naohiro, Takahama,  
JP

(56) Im Prüfungsverfahren entgegengehaltene Druckschriften nach § 44 PatG  
US 32 73 225  
JP-OS 51-48192;  
JP-OS 52-23135;  
JP-OS 33-3178;



(54) Verfahren zur Herstellung einer Wicklung aus wärmebeständigem, isoliertem elektrischem Leitungsdräht sowie Verfahren zum Anschließen eines solchen Leitungsdrähtes

**DE 3050207 C1**

## Patentansprüche:

5 1. Verfahren zur Herstellung einer Wicklung aus wärmebeständigem, isoliertem elektrischem Leitungsdraht, bei dem auf einen Leiter eine ein Bindemittel enthaltende Dispersion einer anorganischen Substanz aufgebracht und die aufgebrachte Dispersionsschicht auf eine erste Temperatur unterhalb des Schmelzpunktes der anorganischen Substanz erwärmt wird, wobei der Leitungsdraht nach dem Wickeln einer weiteren Wärmebehandlung zum Sintern der anorganischen Substanz unterzogen wird, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Wärmebehandlung und eine Beschichtung mit einer organischen Isolierschicht vor dem Wickeln des Leitungsdrahtes erfolgen.

10 2. Verfahren zum Anschließen eines wärmebeständigen, isolierten elektrischen Leitungsdrahtes, bei dem auf einen Leiter eine ein Bindemittel enthaltende Dispersion einer anorganischen Substanz aufgebracht und die aufgebrachte Dispersionsschicht auf eine Temperatur unterhalb des Schmelzpunktes der anorganischen Substanz erwärmt wird, dadurch gekennzeichnet, daß man zur Bildung des isolierten elektrischen Leitungsdrahtes auf der erhaltenen Isolierschicht aus der anorganischen Substanz eine organische Isolierschicht ausbildet, den so isolierten elektrischen Leitungsdraht gegen einen weiteren elektrischen Leiter drückt und den angedrückten Teil örtlich erwärmt, wobei durch die hohe Temperatur und die Andruckkraft die aus der organischen Isolierschicht und der Isolierschicht aus der anorganischen Substanz bestehenden Isolierbeschichtung zerstört wird, und dadurch der Leiter mit dem weiteren elektrischen Leiter elektrisch verschweißt wird, so daß zwischen ihnen eine elektrische Verbindung entsteht.

15 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die weitere Wärmebehandlung durch Stromfluß über den isolierten elektrischen Leitungsdraht erfolgt, wobei Joulesche Wärme erzeugt wird.

25 26 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung einer Wicklung aus wärmebeständigem, isoliertem elektrischem Leitungsdraht gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 sowie ein Verfahren zum Anschließen eines wärmebeständigen, isolierten elektrischen Leitungsdrahtes gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 2.

30 31 Verfahren zur Herstellung von wärmebeständigen, isolierten elektrischen Leitungsdrähten mit einer organischen Isolierschicht durch Aufbrennen eines wärmebeständigen Harzes wie Polyimid, Polyamidimid, Polybenzimidazol, Polyimidazolopin oder Polyesterimid auf einen Leiter sind bekannt.

35 36 In den letzten Jahren wurden aufgrund steigender Anforderungen hinsichtlich kleiner Bemessung und Gewichtsverminderung bei gleichzeitig hoher Leistung verschiedene Arten von Leitungsdrähten mit einer anorganischen Isolierschicht aus einem keramischen Material entwickelt, deren Anwendung bei der Raumforschung und in der Umgebung von Strahlungsquellen Bedeutung erlangt hat.

37 38 Ferner wurden als Leitermaterialien wärmebeständige Kupferlegierungen und dispergiert verstärkte Legierungen entwickelt.

40 41 Es wurden auch mit einer Isolierschicht aus Aluminiumoxid beschichtete, sogenannte »Almite«-Drähte hergestellt. Die normale Anwendung von »Almite«-Drähten mit einer organischen Isolierschicht aus einem wärmebeständigen Harz ist auf Temperaturen unterhalb von 220° C beschränkt, da diese Harze gegenüber Wärme nicht besonders widerstandsfähig sind. Auch die normale Anwendung von »Almite« allein ist auf Temperaturen unterhalb von 300° C bis 350° C begrenzt, obwohl »Almite« ein anorganischer Stoff ist.

45 46 Damit ein wärmebeständiger, isolierter Leitungsdraht in einem Temperaturbereich oberhalb von 300° C bis 350° C angewendet werden kann, ist es daher notwendig, einen Leiter mit einer anorganischen Isolierschicht aus einem anorganischen Material mit hoher Wärmebeständigkeit wie Glas oder Keramik zu beschichten. Aus der japanischen OS 51-48 192 (1976) sind Leitungsdrähte mit einer anorganischen Isolierschicht aus einem anorganischen Material mit hoher Wärmebeständigkeit bekannt, die durch Aufbrennen eines Gemisches aus wärmebeständigem Harz und beispielsweise pulverisiertem Glimmer, Ton, Talk, Glas oder kurzfaserigem Siliciumdioxid hergestellt werden. Aus der japanischen OS 52-23 135 (1977) sind als anorganische Materialien für die Bildung einer Isolierschicht Materialien bekannt, die als Hauptbestandteil  $\text{SiO}_2\text{-B}_2\text{O}_3\text{-PbO-Glas}$  oder  $\text{SiO}_2\text{-MgO-Al}_2\text{O}_5\text{-Glas}$  enthalten. Trotz des Vorteils der hervorragenden Wärmebeständigkeit hat die Anwendung von Leitungsdrähten mit einer Isolierschicht aus einem anorganischen Material den Nachteil, daß die Isolierschicht ungenügend an dem Leiter anhaftet und daß sich aufgrund der mangelnden Biegsamkeit des Leitungsdrahtes beim Wickeln von Spulen Schwierigkeiten ergeben, weshalb die Absatzfähigkeit solcher Leitungsdrähte stark eingeschränkt ist.

50 51 Aus der japanischen PP 33-3 178 (1958) ist ein mit einer Isolierschicht aus einem anorganischen Material beschichteter Leitungsdraht mit hervorragender Wärmebeständigkeit bekannt, bei dem der Leiter durch Vernickeln oder durch Aufbringen einer Plättierung beschichtet ist. Dieser Leitungsdraht hat den Vorteil, daß sich selbst bei einer Temperatur von mehr als 600° C kein Oxidfilm an dem Leiter bildet, so daß dieser Leitungsdraht im Vergleich mit einem Stahldraht, dessen Widerstand bei sehr hoher Temperatur durch Oxidation ansteigt, eine hervorragende Wärmebeständigkeit hat. Auch dieser Leitungsdraht hat jedoch aufgrund der Verwendung von anorganischem Material den Nachteil, daß die Isolierschicht schlecht an dem Leiter anhaftet und daß der Leitungsdraht nicht die für das Wickeln von Spulen erforderliche Biegsamkeit aufweist.

55 56 Aus der US-PS 32 73 225 ist ein Verfahren zur Herstellung einer Wicklung aus wärmebeständigem, isoliertem elektrischem Leitungsdraht bekannt, bei dem auf einen Leiter eine ein Bindemittel (z. B. ein Siliconharz) enthaltende Dispersion einer anorganischen Substanz (z. B. Glas) aufgebracht und diese aufgebrachte Dispersion der anorganischen Substanz zur Bildung einer anorganischen Isolierschicht auf dem Leiter auf eine Temperatur unterhalb des Schmelzpunktes der anorganischen Substanz erwärmt wird, um das Bindemittel zu verdampfen.

wobei der Leitungsdraht nach dem Wickeln ferner einer Wärmebehandlung zum Sintern der anorganischen Substanz unterzogen wird. Das aus der US-PS 32 73 225 bekannte Verfahren, bei dem nach dem Aufbringen der anorganischen Isolierschicht auf den Leiter der Wickelvorgang und anschließend die Wärmebehandlung durchgeführt wird, hat jedoch den Nachteil, daß eine gleichmäßige Verteilung des Leiters in der Isolierschicht nicht immer gegeben ist, was zu Störungen der elektrischen Eigenschaften der erhaltenen Wicklung führen kann.

Besonders dann, wenn isolierte Leitungsdrähte in Motorteilen verwendet werden, stellt die Herstellung einer sicheren Verbindung des Leitungsdrahtes beispielsweise mit einem Kommutator ein schwieriges Problem dar. Zum Anschließen eines Kommutators an ein Drahtende einer Wicklung werden im allgemeinen mittels eines Automaten elektrische Wicklungen mit Endteilen gewickelt, die an mehreren Klemmen eines Kommutators verstemmt werden. Danach wird über die Wicklung Strom geführt, während zugleich vom Umfangsbereich des Kommutators her jeweils eine Elektrode an die Klemmen gedrückt wird. Die Klemmen werden durch die erzeugte Joulesche Wärme aufgeheizt und das auf dem Leitungsdraht befindliche Isolermaterial wird durch die Joulesche Wärme zerstört bzw. getrennt. Der Leiter des Leitungsdrahtes wird durch einen Schweißvorgang, der durch die Joulesche Wärme und den von der Elektrode erzeugten Druck hervorgerufen wird, mit den Klemmen verbunden. Dieses Verfahren wird als elektrisches Verschweißen bezeichnet.

Die bekannten mit anorganischem Material isolierten Leitungsdrähte sind nicht für das Anschließen durch elektrisches Verschweißen geeignet. Der Grund dafür liegt darin, daß zwar die bekannten anorganisch isolierten, wärmebeständigen Leitungsdrähte eine gute Wärmebeständigkeit haben, die Isolierschicht jedoch beim elektrischen Verschweißen durch den auf den Leitungsdraht einwirkenden Druck nicht völlig beseitigt werden kann, was zu einem erhöhten Widerstand an dem Verbindungsplatz führt.

Es ist Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren zur Herstellung einer Wicklung aus wärmebeständigem, isoliertem elektrischem Leitungsdraht gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 zur Verfügung zu stellen, bei dem erreicht wird, daß die organische Isolierschicht beim Wickeln leicht in eine zur anorganischen Isolierschicht passende Form verformbar ist, bei dem eine gleichmäßig auf der Oberfläche des Leiters verteilte Isolierschicht gebildet wird und bei dem die hergestellte Wicklung eine hervorragende Wärmebeständigkeit und eine hohe Dauerfestigkeit hat und mit hoher Geschwindigkeit gewickelt werden kann. Ferner soll durch die Erfindung ein Verfahren zum Anschließen eines wärmebeständigen, isolierten elektrischen Leitungsdrahtes gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 2 zur Verfügung gestellt werden, das eine elektrische Verbindung des Leitungsdrahtes mit einem weiteren elektrischen Leiter durch elektrisches Verschweißen ermöglicht.

Die Aufgabe der Erfindung wird durch ein Verfahren mit den im kennzeichnenden Teil des Patentanspruchs 1 angegebenen Maßnahmen bzw. durch ein Verfahren mit den im kennzeichnenden Teil des Patentanspruchs 2 angegebenen Maßnahmen gelöst.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform erfolgt die weitere Wärmebehandlung durch Stromfluß über den isolierten elektrischen Leitungsdraht, wobei Joulesche Wärme erzeugt wird.

Das erfindungsgemäße Verfahren führt zu Wicklungen mit einer hervorragenden Wärmebeständigkeit und Haltbarkeit und ist besonders für Bauteile aus unter räumlichen Einschränkungen sehr dicht gewickeltem Leitungsdraht bei Magnetmotoren wie Kraftfahrzeug-Scheibenwischermotoren geeignet.

Die Erfindung wird nachstehend unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen näher erläutert.

Fig. 1 ist eine vergrößerte Schnittansicht einer Ausführungsform des in dem erfindungsgemäßen Verfahren verwendeten Leitungsdrahtes.

Fig. 2 ist eine vergrößerte Schnittansicht einer zweiten Ausführungsform des in dem erfindungsgemäßen Verfahren angewendeten Leitungsdrahtes.

Fig. 3 zeigt schematisch den Aufbau bei dem Verfahren zum Anschließen des in Fig. 1 gezeigten Leitungsdrahtes an einen Kommutator.

Fig. 4 zeigt schematisch einen Schnitt eines Teils bei einem bekannten Verfahren zum Anschließen eines Leitungsdrahtes durch elektrisches Verschweißen.

Fig. 5 zeigt schematisch einen Schnitt, der zur Erläuterung des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Anschließen eines Leitungsdrahtes an einen Kommutator durch elektrisches Verschweißen dient.

Der in dem erfindungsgemäßen Verfahren verwendete wärmebeständige, isolierte elektrische Leitungsdraht wird folgendermaßen hergestellt: Zuerst wird ein als Leiter dienender Metalldraht, der vorzugsweise vernickelt, verzinkt, verzint oder auf ähnliche Weise plattiert worden ist, mit einer Dispersion einer feingemahlenen anorganischen Substanz beschichtet, zu der ein Bindemittel hinzugegeben worden ist, das vorzugsweise ein Siliconharz als Hauptbestandteil enthält. Dann wird der beschichtete Leiter auf eine erste Temperatur, bei der die anorganische Substanz nicht in den Glaszustand sinternt, d. h. auf eine Temperatur unterhalb des Schmelzpunkts der anorganischen Substanz, erwärmt, um ein Lösungsmittel, das für die zum Aufbringen der anorganischen Substanz auf den Leiter dienende Dispersion verwendet wird, zu verdampfen. Der beschichtete Leiter wird dann mit einem organischen Isolermaterial wie z. B. Polyimid beschichtet, das leicht verformbar ist, so daß es sich der Form der aus der Dispersion gebildeten anorganischen Isolierschicht anpaßt, wobei eine schwache Bindung der erhaltenen organischen Isolierschicht mit der anorganischen Isolierschicht entsteht. Nach dieser Beschichtung mit einer organischen Isolierschicht wird der Leitungsdraht entweder gewickelt und dann einer weiteren Wärmebehandlung zum Sintern der anorganischen Substanz unterzogen oder durch elektrisches Verschweißen mit einem weiteren elektrischen Leiter verbunden, wie es im Patentanspruch 2 angegeben ist.

Aus dem erhaltenen Leitungsdraht kann durch das erfindungsgemäße Verfahren mit hoher Geschwindigkeit eine Spule gewickelt werden. Ferner ermöglicht das erfindungsgemäße Verfahren eine automatische Herstellung einer Wicklung aus dem Leitungsdraht sowie ein automatisches Anschließen des Leitungsdrahtes durch elektrisches Verschweißen. Für die Herstellung einer Wicklung mit hoher Geschwindigkeit ist es besonders vorteilhaft, wenn auf die organische Isolierschicht noch eine abriebbeständige Schicht, z. B. aus Polyamidolmid, aufgebracht wird.

Dadurch, daß die erste Wärmebehandlung der anorganischen Isolierschicht so geregelt wird, daß sie unterhalb des Schmelzpunkts der anorganischen Substanz erfolgt, wird eine Verteilung bzw. Ausbreitung der anorganischen Isolierschicht verhindert. Beim elektrischen Verschweißen erfolgt jedoch eine Verteilung der anorganischen Isolierschicht aus den Leitungsdrähtsystemen heraus durch den Schmelzfluß der organischen Isolierschicht und den beim elektrischen Verschweißen auf den Leitungsdräht ausgeübten Druck. Dies ergibt eine feste Verbindung mit dem weiteren elektrischen Leiter, beispielsweise dem Leiter eines Kommutators. Wenn ein Leitungsdräht mit einer Isolierschicht, die eine weitere gesteigerte Wärmebeständigkeit hat, erwünscht ist, kann eine starke Isolierschicht dadurch gebildet werden, daß die weitere Wärmebehandlung nach dem Wickeln durch Stromfluß über den isolierten elektrischen Leitungsdräht der hergestellten Wicklung erfolgt, wobei Joulesche Wärme erzeugt wird, die ein vollständiges Sintern der anorganischen Substanz der anorganischen Isolierschicht bewirkt, was dazu führt, daß sich die Oberflächenschicht der anorganischen Isolierschicht an der plattierten Metalloberfläche des Leiters verteilt. Dies ergibt den Vorteil, daß nicht nur eine hervorragende Wärmebeständigkeit gewährleistet ist, weil die starke Isolierschicht ein unzureichendes Anhaften an dem Leiter bei einer über einer Nenntemperatur liegenden Temperatur und insbesondere eine Ablösung aufgrund einer Oxidation verhindert, sondern daß der Leitungsdräht auch für Geräte oder Vorrichtungen verwendbar ist, bei denen eine hohe Vibrationsbeständigkeit und Festigkeit notwendig sind, die durch die weitere Wärmebehandlung nach dem Wickeln erzielt werden.

Beim erfundungsgemäßen Verfahren haftet die organische Isolierschicht lose an der darunter befindlichen anorganischen Isolierschicht an, was dazu führt, daß die Herstellung einer Wicklung mit dem Leitungsdräht erleichtert und verbessert wird. Die organische Isolierschicht wird aus einem Material gewählt, das beim Wickeln leicht in eine zur anorganischen Isolierschicht passende Form verformbar ist. Wenn nach dem Trocknen eine Beschichtung der anorganischen Isolierschicht mit einem Trennmittel wie Silikon oder Wachs erfolgt, wird die Verformbarkeit der auf die Trennmittelschicht aufgebrachten organischen Isolierschicht verbessert, weil dadurch die Fähigkeit zur Ausdehnung oder Zusammenziehung der organischen Isolierschicht beim Wickeln gesteigert ist, wodurch der Wickelvorgang außerordentlich erleichtert wird.

#### Beispiel 1

Zunächst wird die Oberfläche eines Leiters beispielsweise durch Vernickeln vorbehandelt. Zum Aufbringen einer anorganischen Isolierschicht wird als anorganische Substanz beispielsweise feingemahlenes  $\text{SiO}_2\text{-PbO-B}_2\text{O}_3$ -Glas (Korngröße entsprechend einem Sieb mit einer lichten Maschenweite von etwa 40 bis 50  $\mu\text{m}$ ), zu dem ggf.  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  gegeben worden ist, in eine 30%ige Polyimidlacklösung eingemischt, wobei eine Dispersion gebildet wird, bei der das Gewichtsverhältnis der anorganischen Substanz zu der Lacklösung 1 : 2 beträgt. Der vorbehandelte Leiter wird mit der Dispersion beschichtet und auf eine Temperatur von etwa 300°C bis etwa 500°C erwärmt, um das Lösungsmittel der Lacklösung aus der Dispersion zu verdampfen. Auf diese Weise wird auf dem Leiter eine anorganische Isolierschicht gebildet.

Bei der üblichen Wärmebehandlung in bekannten Verfahren wird der Leiter auf eine Temperatur von 800 bis 1200°C erwärmt, um an dem Leiter eine glasartige Isolierschicht auszubilden. Der auf diese Weise erhaltene Leitungsdräht hat aufgrund des schwachen Anhaftens der glasartigen Isolierschicht an dem Leiter eine geringe Biegsamkeit und kann nicht bei einem Wickelvorgang mit hoher Geschwindigkeit zur Wicklungsherstellung verwendet werden.

Bei dem erfundungsgemäßen Verfahren gemäß den Ausführungsbeispielen wird jedoch zur Bildung der anorganischen Isolierschicht der Leiter mit der Dispersionsschicht in einem geregelten Temperaturbereich so erwärmt, daß er einer Temperatur von 300 bis 500°C ausgesetzt ist, bei der das  $\text{SiO}_2\text{-PbO-B}_2\text{O}_3$ -Glas nicht schmilzt. Danach wird eine wärmebeständige organische Isolierschicht aus einem Material wie Polyimid-Harz auf die anorganische Isolierschicht in einem Temperaturbereich aufgebrannt, bei dem die anorganische Substanz nicht schmilzt, sondern sintert.

Fig. 1 zeigt einen Schnitt eines im erfundungsgemäßen Verfahren verwendeten Leitungsdrätes. Fig. 1 zeigt einen Leiter 7, eine anorganische Isolierschicht mit einer ungeschmolzenen anorganischen Substanz 16 und einem Bindemittel 19 und eine organische Isolierschicht 17 aus Polyimid.

Darüber hinaus (Fig. 2) kann zur Verbesserung der Widerstandsfähigkeit des Leitungsdrätes gegenüber dem Wickeln mit hoher Geschwindigkeit eine abriebbeständige Schicht 18 dadurch ausgebildet werden, daß eine Schicht aus einem Kunststoff mit einer guten Abriebbeständigkeit, z. B. aus Polyamidolmid aufgebrannt wird.

Der Leitungsdräht gemäß diesem Beispiel wird auf die beschriebene Weise hergestellt. Das heißt, daß an dem Leiter die anorganische Isolierschicht durch deren Erwärmung auf eine Temperatur, bei der das  $\text{SiO}_2\text{-PbO-B}_2\text{O}_3$ -Glas nicht schmilzt, beispielsweise unterhalb von ungefähr 500°C, ausgebildet wird, um ein vorläufiges Abbinden der anorganischen Isolierschicht 17 herbeizuführen, worauf auf dieser Isolierschicht die organische Isolierschicht 18 gebildet wird.

Aufgrund einer plötzlichen Erwärmung können in der anorganischen Isolierschicht Blasen erzeugt werden, die Mängel bei der Qualität des Endprodukts ergeben könnten; daher ist es zweckdienlich, die Temperatur allmählich zu steigern oder einen zusätzlichen Verfahrensschritt zum Verdampfen des Lösungsmittels der Dispersion vorzusehen.

Bei der Dispersion der anorganischen Substanz besteht ein enger Zusammenhang zwischen der Teilchengröße der anorganischen Substanz und den Wickeleigenschaften des Endprodukts. Bei Versuchen wurde festgestellt, daß der Einsatz von Teilchen der anorganischen Substanz mit einem Durchmesser von 6  $\mu\text{m}$  oder darunter die gleichmäßigsten Eigenschaften ergibt. Die erzielten Ergebnisse sind in Tabelle I dargestellt.

Tabelle I

Teilchengröße	Eigenschaften	Wickel-Rundungs-Eigenschaft (Eigendurchmesser)	Wickel-Eigen-schaft *)	Güte		Erweichungs-temperatur	Abnutzungs-Eigenschaft	5
				Schicht-dicke	Durch-bruchs-spannung			
≤ 3 µm	○	○	○	28-30 µm	7 kV	≥ 550° C	40fach	10
≤ 6 µm	○	○	○	28-30 µm	6,5 kV	≥ 550° C	40fach	
3 bis 10 µm	○	△	△	28-30 µm	6 kV	≥ 550° C	14fach	15
3 bis 15 µm	△	×	×	28-30 µm	3,5 kV	≥ 550° C	11fach	

\*1 Es sind die Ergebnisse von Sichtüberprüfungen an einer Wicklung eines Ankers eines Kraftfahrzeug-Scheibenwischermotors dargestellt.

○: normal;

△: Wolken- bzw. Blasenbildung an der Oberfläche zu beobachten;

×: Brüche oder punktförmige Löcher an der Oberfläche zu beobachten.

Im folgenden werden Ergebnisse beschrieben, die bei der Verwendung dieses isolierten Leitungsdrahtes beispielsweise bei einem Kraftfahrzeug-Scheibenwischermotor erzielt wurden.

Fig. 3 erläutert die Verbindung einer Wicklungseinheit mit einem Kommutator bei einem Gleichstrommotor für einen Scheibenwischer eines Kraftfahrzeugs und zeigt Elektroden 1 und 2 für die elektrische Verschweißung; an den Anker des Motors angrenzende Kommutatorsegmente 3; einen Spalt bzw. eine Nute 4 des Kommutators; eine Motorwelle 5 und einen Verbindungsblock 6 zur elektrischen Verschweißung des Kommutators mit den Endteilen der Wicklungseinheit, bei dem Endteile des Leiters 7 an der Mitte durch Anpressen der Elektroden 1 und 2 festgelegt werden. Eine Leiterschicht 8 mit niedrigem Schmelzpunkt ist zur Erleichterung der Verbindung verzinkt oder verzinnzt worden. A zeigt einen Teil der elektrischen Verschweißungsstelle zwischen dem Leiter 7 und dem Verbindungsblock 6, während die Fig. 4 und 5 eine vergrößerte Ansicht dieses Teils zeigen.

Das elektrische Verschweißen erfolgt dadurch, daß mittels der Elektroden über die zu verbindenden Teile Strom geführt wird, während die zu verbindenden Teile zusammengedrückt werden. Dabei wird die Isolierbeschichtung durch den Andruck zerstört und in dem Stromdurchlaßteil über den Leiter Joulesche Wärme erzeugt, so daß die zu verbindenden Leiter völlig verschweißt werden und eine sehr starke Verbindung bilden.

Der bekannte, mit anorganischem Material isolierte Leitungsdraht ist nicht für das Anschließen durch elektrisches Verschweißen geeignet. Der Grund dafür liegt darin, daß die bekannten anorganisch isolierten, wärmebeständigen Leitungsdrähte zwar eine gute Wärmebeständigkeit haben, die Isolierbeschichtung jedoch durch den auf den Leitungsdraht bei der Verschweißung ausgeübten Druck gegen den weiteren Leiter nicht völlig beseitigt werden kann, was zu einem erhöhten Widerstand an der Verbindungsstelle führt.

Fig. 4 zeigt die übliche Verbindung eines Leiters 7, der eine Isolierschicht 7a aufweist. Wenn die isolierende anorganische Glasschicht bis zu einem gesinterten Glaszustand erwärmt worden wäre, würde dies eine Schwächung des Stromdurchlasses zwischen dem Kommutator und dem Leiter 7 herbeiführen, die auf die anorganische Substanz der anorganischen Isolierschicht 7a zurückzuführen ist, die bei der Verschmelzung an dem Draht zurückbleiben würde. Fig. 5 zeigt eine vergrößerte Ansicht einer Verschweißungsstelle, die erzielt wird, wenn der Leitungsdraht durch das erfundsgemäße Verfahren angeschlossen wird. Bei dem erfundsgemäßen Verfahren wird der Leitungsdraht durch das Verschweißen fest elektrisch verbunden, da durch die angewandte Joulesche Wärme und den Andruck an der Verschweißungsstelle die anorganische und die organische Isolierschicht in günstiger Weise entfernt werden, wodurch eine starke und feste Verbindung zwischen den Metallen der zu verbindenden Leiter entsteht. Durch Verbrennen des Polyimids der organischen Isolierschicht 17 wird ein Carbid 9 gebildet.

Eine Wicklungseinheit eines Motors, die eine hervorragende Festigkeit und eine hervorragende Vibrationsdauerhaftigkeit hat, kann erzielt werden, indem die anorganische Isolierschicht dadurch vollkommen gesintert und kalziniert wird, daß beispielsweise über eine Ankerwicklung Strom geführt wird, um den Anker und den Kommutator nach dem Anschließen erneut aufzuheizen, wobei die Ankerwicklung durch das erfundsgemäße Verfahren hergestellt wird.

Wie vorstehend erläutert wurde, wird der isolierte Leitungsdraht dadurch hergestellt, daß auf einen Leiter 7 mit einem Durchmesser von beispielsweise 2,5 mm eine Dispersion einer anorganischen Substanz 16, die durch Zusatz eines Bindemittels 19 wie eines Siliconharzes zu der feingemahlenen, anorganischen Substanz hergestellt wird, aufgebracht wird, daß die auf den Leiter aufgebrachte Schicht (16; 19) auf einen Temperaturbereich erwärmt wird, bei dem die anorganische Substanz nicht unter Ausbildung eines Glaszustands schmilzt, und daß auf die so gebildete anorganische Isolierschicht eine organische Isolierschicht 17 aufgebracht wird, die vorzugsweise wesentlich dünner als die anorganische Isolierschicht ist. Mit dem erfundsgemäßen Verfahren können die bisher ungelösten Probleme dadurch ausgeschaltet werden, daß zur Verbesserung der hervorragenden Hochgeschwindigkeits-Wickeleigenschaften der vorstehend beschriebene Aufbau in der Weise abgewandelt wird, daß als Material für die organische Isolierschicht 17 ein Material verwendet wird, das beim Wickeln des gemäß dem

vorstehend beschriebenen Beispiel hergestellten isolierten Leitungsdrahtes um eine runde Metallstange mit dem gleichen Durchmesser von 2,5 mm wie der verwendete Leiter leicht auf die der anorganischen Isolierschicht (16; 19) entsprechende Form verformbar ist. Ferner werden mit dem erfindungsgemäßen Verfahren die bei dem bekannten isolierten Leitungsdraht anzutreffenden Anschlußprobleme überwunden, die häufig Schwierigkeiten verursacht haben. Insbesondere kann mit dem Leitungsdraht gemäß dem Beispiel ein einwandfreies automatisches Verbinden des Leiters mit dem Kommutator in einer Wicklungseinheit wie einer bei einem Motor verwendeten Wicklungseinheit gewährleistet werden.

Tabelle II zeigt die Bewertungsergebnisse hinsichtlich der Durchbrennbeständigkeit und der Verschweißungseigenschaften bei einem Motor, der mit einem nach dem gleichen Verfahren wie in Beispiel 1 hergestellten wärmebeständigen Leitungsdraht hergestellt wurde.

Tabelle II

15	Durchbrennbeständigkeit			Verschweißungseigenschaften			Gesamtbewertung
	Drahtdurchmesser	Angelegte Spannung	Zeit bis zum Durchbrennen	Anzahl der gemessenen Motore	Mängelanzahl	Anteil der den Versuch bestehenden Leitungsdrähte	
20							
25	Beispiel 1	-1 0,7 mm	13,5 V	mehr als 250 h	50	0	100% Gut
		-2 0,7 mm	13,5 V	mehr als 250 h	50	0	100% Gut
		-3 0,7 mm	13,5 V	mehr als 250 h	50	0	100% Gut
30	Vergleichsversuch 1	-1 0,7 mm	13,5 V	0,5-1 h	50	1	98% Schlecht
		-2 0,7 mm	13,5 V	3-11 h	50	29	42% Schlecht
		-3 0,7 mm	13,5 V	5-8 h	50	22	56% Schlecht

Die in Tabelle II gezeigten Ergebnisse von Beispiel 1 wurden durch Herstellung von Gleichstrommotoren für Scheibenwischer von Kraftfahrzeugen unter Verwendung von Kupferdrähten mit einem Durchmesser von 0,7 mm als Leiter erzielt, auf die eine Nickel-Plattierung aufgebracht wurde und die dann zur Erzeugung eines wärmebeständigen, isolierten Leitungsdrahtes mit den vorstehend beschriebenen Isolierschichten überzogen wurden. Bei dem Beispiel 1-1 von Tabelle II wurde als Bindemittel ein Siliconharz in einer Menge von 30% zu der Dispersion der anorganischen Substanz gegeben. Die geprüften Leitungsdrähte von Beispiel 1-2 wurden dadurch hergestellt, daß die auf den Leiter aufgebrachte, zur Herstellung der anorganischen Isolierschicht dienende Dispersion, in der als Bindemittel ein Siliconharz enthalten war, gebrannt wurde und dann auf die erhältene, anorganische Isolierschicht ein Polyimid-Lack aufgebracht und bei einer Temperatur unterhalb des Schmelzpunkts der anorganischen Substanz gebrannt wurde, wie es bei dem Beispiel 1-1 der Fall war. Die geprüften Leitungsdrähte von Beispiel 1-3 wurden dadurch hergestellt, daß eine zur Herstellung einer anorganischen Isolierschicht dienende Dispersion, in der gewöhnliches Wachs wie Paraffinwachs anstelle von Siliconharz als Bindemittel enthalten war, auf den Leiter aufgetragen und die Dispersion auf den Leiter bei einer Temperatur unterhalb des Schmelzpunkts der anorganischen Substanz aufgebrannt wurde. Die bei den Vergleichsversuchen 1-1 verwendeten Leitungsdrähte waren gewöhnliche, im Handel erhältliche Polyimid-Isolations-Drähte, während die bei den Vergleichsversuchen 1-2 und 1-3 verwendeten Leitungsdrähte dadurch hergestellt wurden, daß direkt auf den Leiter Polyimid-Lacke mit einem Gehalt von jeweils 55% feingemahlenen kurzfaserigen Glases bzw.  $\text{Al}_2\text{O}_3$  aufgebracht und dann auf eine verhältnismäßig niedrige Temperatur erwärmt wurden. Demnach wiesen die Drahtproben bei den Vergleichsversuchen 1-2 und 1-3 jeweils eine einzige Isolierschicht auf.

## Beispiel 2

Die in Beispiel 2 und den zugehörigen Vergleichsversuchen 2 erzielten Ergebnisse werden in Tabelle III gezeigt.

Tabelle III

	Wickeleigenschaften		Verschweißungseigenschaften			Gesamtbewertung
	Haftung	Wickel-eigenschaft	Versuchs-anzahl	Draht-fehler-anzahl	Anteil der den Versuch bestehenden Leitungsdrähte	
Beispiel 2	-4	Ablösung	sehr gut	50	0	100% gut
	-5	Ablösung	gut	50	0	100% gut
	-6	Ablösung	befriedigend	50	0	100% befriedigend
Vergleichsversuch 2	-7	Enges Anhaften	schlecht	50	0	100% schlecht
	-8	Enges Anhaften	schlecht	50	0	100% schlecht
	-9	Enges Anhaften	schlecht	50	0	100% schlecht

In Tabelle III ist die »Ablösung« die Trennung der anorganischen Isolierschicht von der organischen Isolierschicht, während der Ausdruck »enges Anhaftend« bedeutet, daß ein Material zur Erzielung eines engen Anhaftens zwischen der anorganischen Isolierschicht und der organischen Isolierschicht verwendet wird. Ein die Ablösung herbeiführendes Material führt zu einem schwachen Anhaften zwischen der organischen und der anorganischen Isolierschicht. Selbst wenn daher als Ergebnis der durch das Wickeln verursachten Beanspruchung in der anorganischen Isolierschicht Risse entstehen, entstehen keinerlei Risse in der organischen Isolierschicht, was auf die schwache Bindekraft zwischen der organischen und der anorganischen Isolierschicht zurückzuführen ist.

Für Beispiel 2 sind in Tabelle III Meßergebnisse angegeben, die bei dem Wickelverfahren gemäß Beispiel 1-1 erzielt wurden. Bei dem in Beispiel 2-4 verwendeten Leitungsdräht wurde auf die anorganische Isolierschicht Silicon-Lack aufgebracht und zusätzlich auf diesen Polyimid aufgebrannt. Bei dem in Beispiel 2-5 verwendeten Leitungsdräht wurde Polyimid direkt auf die anorganische Isolierschicht aufgebrannt. Bei dem in Beispiel 2-6 verwendeten Leitungsdräht wurde Polyurethan auf die anorganische Isolierschicht aufgebrannt, die aus einer Dispersion erhalten wurde, zu der entweder ein Siliconharz oder Wachs hinzugegeben worden war. Bei dem Leitungsdräht für die Vergleichsversuche 2 wurde eine anorganische Isolierschicht verwendet, zu der zum Herbeiführen eines engen Anhaftens zwischen der anorganischen und der organischen Isolierschicht kein Siliconharz hinzugefügt wurde, und direkt auf die anorganische Isolierschicht wurde ohne Ausbildung einer Wachsschicht auf der anorganischen Isolierschicht Polyurethan oder Epoxylack aufgebracht. Bei dem Leitungsdräht für den Vergleichsversuch 2-7 wurde Polyurethan aufgebracht, während bei dem Leitungsdräht für die Vergleichsversuche 2-8 und 2-9 Epoxy-Isolierlack aufgebracht wurde. Bei den Versuchen wurden die Eigenschaften durch Nacherhitzen der anorganischen Isolierschicht mit Hilfe eines über die Wicklung nach deren Ausbildung geführten Stroms erzielt. Die dadurch erzielten Eigenschaften sind besonders dann notwendig, wenn eine Wicklung einer Zentrifugalkraft oder Vibrationen ausgesetzt ist. Dieses Verfahren kann sehr bequem ohne Gefahr einer schädlichen Verbindung durchgeführt werden, da es nach dem elektrischen Verschweißen durchgeführt wird.

Wie vorstehend näher erläutert wurde, wird bei den Beispielen ein Verfahren durchgeführt, bei dem auf einen Leiter eine Dispersion, die durch Zusatz eines Bindemittels wie eines Siliconharzes zu feingemahlener anorganischer Substanz hergestellt wurde, aufgebracht und bis zur Trockne bei einer Temperatur unterhalb des Schmelzpunkts der anorganischen Substanz erwärmt wird, worauf eine organische Isolierschicht aufgebracht und der so erhaltene Leitungsdräht zu einer Wicklung gewickelt wird. Dabei ist die Wahl des Materials für die organische Isolierschicht von besonderer Bedeutung. Das Material muß an der anorganischen Isolierschicht haften, was jedoch nicht leicht zu erzielen ist. Besonders dann, wenn ein Leiter mit einem kleinen Durchmesser von weniger als 1,5 mm verwendet wird, ist die Stärke des Anhaftens, nämlich die Stärke der Verbindung zwischen den beiden Isolierschichten, nicht leicht zu beurteilen bzw. festzulegen. Daher wurde ein Prüfverfahren zur Ermittlung der Stärke des Anhaftens zwischen den beiden Isolierschichten entwickelt. Es wurde ein isolierter Prüfdräht mit einer gesamten Isolierschichtdicke von 30 bis 60 µm dadurch hergestellt, daß auf einen runden Leiterstab mit einem Durchmesser von 2,5 mm eine anorganische Isolierschicht und dann eine weitere, organische Prüfisolierschicht aufgebracht wurde, wobei das Dickenverhältnis der anorganischen zu der organischen Isolierschicht 2:1 betrug. Der Prüfdräht wurde zur Bildung einer Wicklung zweimal bis dreimal um einen zylindrischen Stab, der den gleichen Durchmesser wie der Leiter, nämlich 2,5 mm, hatte, gewickelt. Dann wurden an dem inneren Teil der hergestellten Wicklung aus dem Prüfdräht Brüche erzeugt, wonach der Ablösezustand der organischen Isolierschicht untersucht wurde. Das Material für die organische Isolierschicht, das unter diesen Bedingungen zu einer Ablösung der organischen Isolierschicht führt, kann als für die Anwendung bei dem Beispiel geeignet angesehen werden.

## Beispiele 3 bis 7

Bei den Beispielen 1 und 2, d. h. im einzelnen bei den Beispielen 1-1, 1-2, 1-3, 2-4, 2-5 und 2-6, wurde  $\text{SiO}_2\text{-PbO-B}_2\text{O}_3$ -Glas verwendet, jedoch sind auch andere Gläser oder anorganische wärmebeständige Substanzen geeignet, wie aus den folgenden Beispielen hervorgeht.

Bei den folgenden Beispielen wurden für die anorganische Isolierschicht die folgenden Gläser oder anorganischen Substanzen verwendet:

- 10 Beispiel 3  $\text{SiO}_2\text{-B}_2\text{O}_3$
- Beispiel 4 nur  $\text{SiO}_2$
- Beispiel 5 nur  $\text{Al}_2\text{O}_3$
- Beispiel 6  $\text{SiO}_2\text{-MgO-Al}_2\text{O}_3$
- Beispiel 7  $\text{Cr}_2\text{O}_3$

15 Mit dem Pulver aus diesen Gläsern bzw. anorganischen Substanzen wurden ein Bindemittel und ein dispergiendes Lösungsmittel vermischt, wobei jeweils eine Dispersion hergestellt wurde, die dann jeweils in einer Dicke von  $60 \mu\text{m}$  auf Kupferdrähte mit einem Durchmesser von  $0,7 \text{ mm}$  aufgebracht wurde. Die erhaltenen, anorganischen Isolierschichten wurden mit den anorganischen Isolierschichten verglichen, die unter Verwendung von  $\text{SiO}_2\text{-PbO-B}_2\text{O}_3$ -Glas gemäß den Beispielen 1 und 2 erhalten wurden. Die  $\text{SiO}_2\text{-B}_2\text{O}_3$ -Glaszusammensetzung gemäß Beispiel 3 zeigte gute Verschweißungseigenschaften, die denjenigen des bei den Beispielen 1 und 2 verwendeten Glases gleichartig waren.

20 Aus jedem Beispiel ist ersichtlich, daß der bei dem erfindungsgemäßen Verfahren verwendete Leitungsdraht eine organische Isolierschicht mit guter Biegsamkeit und eine beständige, anorganische Isolierschicht an dem Leiter aufweist und hervorragende Wickeleigenschaften zeigt. Darüber hinaus können gleichartige Eigenschaften dadurch erzielt werden, daß zwischen die anorganische Isolierschicht und die organische Isolierschicht ein Trennmittel wie Silitconöl oder Wachs geschichtet wird.

25 Die bei jedem der Beispiele erzielten, wärmebeständigen, isolierten Leitungsdrähte haben eine überlegene Wärmebeständigkeit, da die feingemahlene, anorganische Substanz zeitweilig durch eine geringe Bindemittelmenge mit dem Leiter verbunden ist. Bisher hatten isolierte Leitungsdrähte, bei denen als Isolermaterial eine anorganische Substanz verwendet wurde, Mängel hinsichtlich ihrer Biegsamkeit. Diese Mängel der bekannten Leitungsdrähte werden bei dem erfindungsgemäßen Verfahren gemäß den Beispielen dadurch ausgeschaltet, daß die feingemahlenen anorganischen Substanzen durch ein Bindemittel zeitweilig mit dem Leiter verbunden werden und auf den anorganischen Substanzen eine organische Isolierschicht ausgebildet wird.

30 Der Grund für die ermöglichten Verbesserungen liegt darin, daß der Leitungsdraht an dem Leiter eine anorganische Isolierschicht aus einer ungeschmolzenen und nicht gesinterten, anorganischen feingemahlenen Substanz aufweist und daß die Stärke des Anhaftens zwischen der anorganischen Isolierschicht und der organischen Isolierschicht verhältnismäßig gering ist. Zur Verwendung als Material für die organische Isolierschicht ist Polyimid geeignet, da es ein schwaches Anhaften an der anorganischen Isolierschicht ergibt.

35 Die Struktur der anorganischen Isolierschicht, die eine ungeschmolzene, anorganische, feingemahlene Substanz mit einer Teilchengröße von weniger als  $6 \mu\text{m}$  enthält, wobei die Teilchen voneinander unabhängig und durch das Bindemittel miteinander verbunden sind, trägt gemäß den vorangehenden Ausführungen zum gleichförmigen Verschmelzen des Leitungsdrahtes bei, was das automatische elektrische Verschweißen ermöglicht.

40 Die Güte der anorganischen Isolierschicht des Leitungsdrahtes, nämlich insbesondere die reißhemmenden Eigenschaften und die gleichmäßige Biegsamkeit, ergeben sich aus den Bedingungen für die Teilchengrößen der anorganischen Substanz durch das Einschränken der Durchmesser auf nicht mehr als  $6 \mu\text{m}$ .

45 In Beispiel 1 wird die anorganische Isolierschicht auf eine Temperatur von weniger als  $500^\circ\text{C}$  erwärmt, jedoch kann eine Temperatur oberhalb von  $500^\circ\text{C}$  zugelassen werden, wenn das Erwärmen über eine ausreichend kurze Zeitdauer erfolgt.

50 Der in dem erfindungsgemäßen Verfahren verwendete Leitungsdraht hat eine für das Spulenwickeln geeignete, gute Biegsamkeit und eine gute Haltbarkeit, so daß er ein automatisches Wickeln mit hoher Geschwindigkeit aushält.

55

Hierzu 1 Blatt Zeichnungen

60

65

FIG. 1

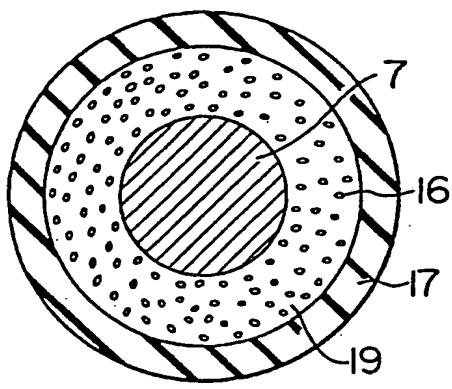


FIG. 2

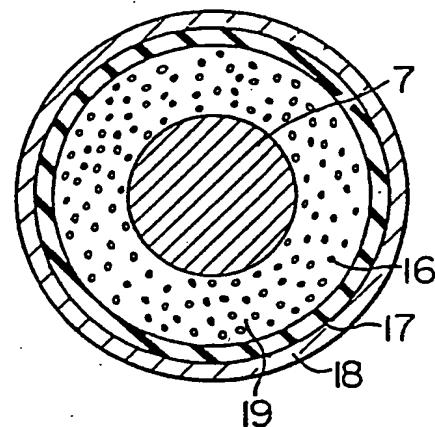


FIG. 3

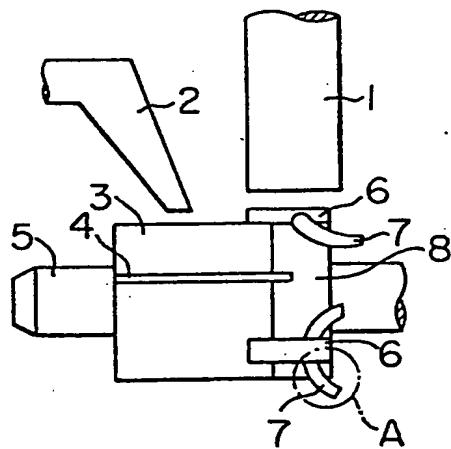


FIG. 4

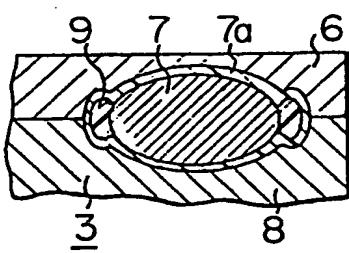
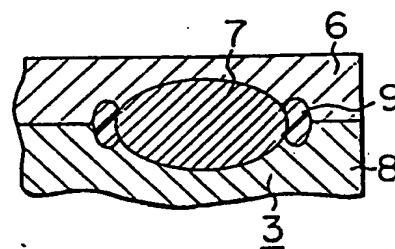


FIG. 5



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**